



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11) EP 0 871 052 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
14.10.1998 Patentblatt 1998/42(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G02B 21/00, G01N 21/89

(21) Anmeldenummer: 98105816.7

(22) Anmeldetag: 31.03.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 07.04.1997 DE 19714221

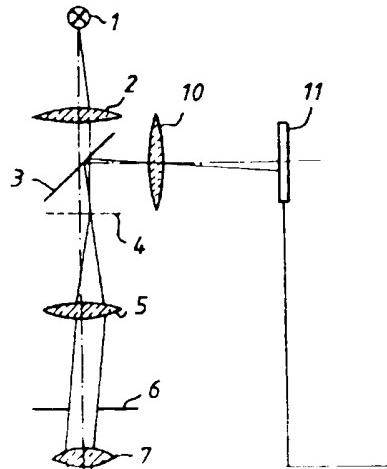
(71) Anmelder:  
• Carl Zeiss  
D-89518 Heidenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR IT NL

• CARL-ZEISS-STIFTUNG,  
HANDELND ALS CARL ZEISS  
89518 Heidenheim (Brenz) (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
GB

(72) Erfinder:  
• Derndlinger, Eberhard  
73430 Aalen (DE)  
• Ott, Peter  
73430 Aalen (DE)  
• Czarnetzki, Norbert  
07747 Jena (DE)  
• Scherübl, Thomas, Dr.  
07745 Jena (DE)

## (54) Konfokales Mikroskop mit einem motorischen Scanningtisch

(57) Die Erfindung betrifft ein konfokales Mikroskop mit einem motorischen Scanningtisch zum Bewegen der Probe senkrecht zur optischen Achse des Mikroskopes. Das Objekt (8) wird über ein Lichtquellenarray simultan an vielen Stellen beleuchtet und das am Objekt (8) reflektierte oder gestreute Licht über ein Blendenarray (4), das zum Objekt (8) und zum Lichtquellenarray konjugiert ist, detektiert. Als Detektor ist ein Sensorarray vorgesehen, das eine Verschiebung der Ladungen zwischen den einzelnen Positionen in Scannrichtung ermöglicht, beispielsweise ein sogenannter TDI Sensor. Das Verschieben der Ladungen ist mit der Bewegung des Objektes (9) entsprechend der Bewegung der Bildpunkte in der Ebene des Sensorarrays (11) synchronisiert. Die Bilddaten können dadurch während der Objektbewegung aufgezeichnet werden, so daß auch große Objektfelder mit hoher lateraler Auflösung in kurzer Zeit erfaßt werden können. Die Bewegung des Objektes erfolgt vorzugsweise entlang linearer, gegebenenfalls mäanderförmig zusammengefügter Bahnen, wobei die Bewegung entgegen

FIG. 1a

## Beschreibung

Ein konfokales Mikroskop mit einem motorischen Scanningtisch zum Bewegen einer Probe senkrecht zur optischen Achse des Mikroskopes ist aus der US 5 239 178 bekannt. Das Mikroskop weist weiterhin ein Lichtquellenarray in einer zur Fokusebene eines Objektivs konjugierten Ebene und ein Detektorarray mit einer Vielzahl lichtempfindlicher Elemente ebenfalls in einer zur Fokusebene des Mikroskopobjektivs konjugierten Ebene auf. Die Bewegung der Probe senkrecht zur optischen Achse des Mikroskopes erfolgt bei diesem konfokalen Mikroskop primär im mikroskopischen Bereich, um die ansonsten durch den Rasterabstand des Lichtquellenarrays definierte Auflösung senkrecht zur optischen Achse zu erhöhen.

Eine Erfassung großer Objektfelder, die wesentlich größer als das in einem Bild übertragene Sehfeld des Objektivs sind, ist mit diesem konfokalen Mikroskop nur beschränkt möglich. Es müssen Serien von Einzelbildern des Objektes aufgenommen werden, zwischen denen das Objekt jeweils um eine dem Bildfelddurchmesser entsprechende Wegstrecke verschoben werden muß.

Ein, allerdings nicht konfokales, Nomarskimikroskop, das zur Aufzeichnung und Abspeicherung entsprechender Bildserien ausgelegt ist, ist beispielsweise in der EP 0 444 450-A1 beschrieben. Da dieses Nomarskimikroskop nicht konfokal ist, weist es nur eine geringe Auflösung in Richtung der optischen Achse auf. Außerdem ist auch dieses Mikroskop viel zu langsam, wenn die Bildinformation einer großen Bildfeldzahl erfaßt werden muß. Das Erfassen großer Objektfelder in kürzester Zeit bei gleichzeitig hoher Auflösung ist jedoch bei Inspektionsgeräten, die im Herstellungsprozeß beispielsweise in der Halbleiterindustrie oder bei der LCD-Herstellung eingesetzt werden, zwingend erforderlich.

In der US 5 264 912 ist ein ebenfalls nicht konfokales Mikroskop für die Wafer-Inspektion beschrieben, bei dem in der Fourierebene des Objektivs eine Filterung erfolgt. Die Transmissionscharakteristik des Raumfilters in der Fourierebene entspricht dabei der inversen Beugungsfigur des herzustellenden integrierten Schaltkreises (IC); es transmittiert demzufolge nur dann Licht, wenn das Beugungsbild des momentan abgebildeten ICs vom Beugungsbild des Soll-ICs abweicht, woraus dann geschlossen wird, daß auch die Struktur des beobachteten ICs von der Sollstruktur abweicht. Als Lichtdetektor ist bei diesem Mikroskop ein CCD-Array oder alternativ ein High-Speed-Multiple-Output Time Delay Integration (TDI) Sensor vorgesehen. Eine

nung zur Untersuchung eines laufenden Gewebebandes bei dessen Herstellung bekannt, bei der zur Lichtdetektion ein mit der Bewegung des Gewebebandes synchronisierter TDI Sensor vorgesehen ist. Eine solche Videoinspektionseinrichtung kommt jedoch wegen ihrer geringen Auflösung sowohl in Richtung der optischen Achse als auch senkrecht zur optischen Achse für die Inspektion von Halbleitern im Herstellungsprozeß nicht in Betracht.

- 5 10 15
- Die vorliegende Erfindung soll eine Anordnung angeben, die für die optische Inspektion von Halbleitern im Herstellungsprozeß einsetzbar ist. Mit dieser Anordnung soll sowohl eine ausreichende Auflösung in Richtung als auch senkrecht zur optischen Achse erzielbar sein.
- 15 Gleichzeitig sollen große Bildfelder in kürzester Zeit erfaßbar sein.

Dieses Ziel wird durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

Die erfindungsgemäße Anordnung ist ein konfokales Mikroskop mit einem motorischen Scanningtisch zum Bewegen der Probe senkrecht zur optischen Achse des Mikroskopes. Es weist ein Blendenarray mit einer Vielzahl lichtdurchlässiger Bereiche, sogenannten Pinholes, in einer zur Fokusebene des Mikroskopobjektivs konjugierten Ebene auf. Dem Blendenarray ist ein Sensorarray mit einer Vielzahl lichtempfindlicher Elemente nachgeschaltet. Jedem lichtempfindlichen Element ist ein Ladungsspeicher zugeordnet. Außerdem weist das Sensorarray eine Einrichtung zum Verschieben der in den Ladungsspeichern gespeicherten Ladungen von einem Speicher zu einem anderen Speicher auf, wie dieses beispielsweise bei den sogenannten TDI Sensoren der Fall ist. Des Weiteren ist eine Synchronisationseinheit vorgesehen, die ein Verschieben der Ladungen entsprechend der Bewegung des Bildpunktes eines Probenpunktes in der Ebene des Sensorarrays bewirkt.

- 20 25 30 35 40 45 50
- Durch die konfokal-mikroskopische Anordnung wird die für konfokale Mikroskope übliche hohe Auflösung sowohl in Richtung der optischen Achse als auch senkrecht zur optischen Achse erzielt. Die bei Verwendung eines stark vergrößernden Objektivs, beispielsweise einem Objektiv mit 20 bis 120-facher Vergrößerung, erreichbare Auflösung ist für die Halbleiterinspektion ausreichend. Durch die Verwendung eines Blendenarrays und der damit einhergehenden Vielzahl paralleler konfokaler Strahlengänge wird zu jedem Zeitpunkt eine der Anzahl der Pinholes im Blendenarray entsprechende Anzahl an Objektpositionen erfaßt. Durch die Synchronisation der Verschiebung der Ladungen im Sensorarray entsprechend der Bewegung des Bild-

10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9

sionaler Flächen können entsprechende lineare Bahnen mäanderförmig zusammengesetzt sein. Es ergeben sich dann jeweils am Anfang und am Ende einer jeden linearen Bahn kurze Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsstrecken, während deren keine Signalaufnahme erfolgt. Zwischen diesen Beschleunigungs- und Verzögerungsstrecken erfolgt die Bewegung der Probe gleichförmig, damit die Ladungsbewegung zwischen den Speichern des Sensorarrays und der Bewegung des Bildpunktes auf dem Sensorarray zueinander synchronisiert sind.

Für die Realisierung der parallelen konfokalen Strahlengänge ist ein Lichtquellenarray, das eine Vielzahl voneinander beabstandete Lichtquellen aufweist, in einer zur Fokusebene des Objektivs konjugierten Ebene angeordnet. Die Positionen der einzelnen Lichtquellen sind dabei zu den Positionen der lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays konjugiert. Entsprechende Lichtquellenarrays sind auf unterschiedliche Weise realisierbar. Die einfachste Variante ergibt sich, indem das Blendenarray in einem gemeinsamen Teil des Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlenganges angeordnet ist und das Blendenarray rückwärtig beleuchtet wird. Diese einfache Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß ein wesentlicher Anteil des Beleuchtungslichtes an der Rückseite des Blendenarrays reflektiert und dadurch auf dem Sensorarray einen starken Signaluntergrund erzeugt. Ein solcher starker Signaluntergrund läßt sich dadurch vermeiden, daß zwei separate Blendenarrays im Beleuchtungsstrahlengang und im Beobachtungsstrahlengang bzw. Meßstrahlengang vorgesehen sind. Das im Beleuchtungsstrahlengang angeordnete Blendenarray wird dann wiederum rückwärtig beleuchtet. Für eine effektivere Lichtausnutzung kann dem Blendenarray im Beleuchtungsstrahlengang, wie in der eingangs genannten US 5 239 178 beschrieben, ein Linsenarray vorgeschaltet sein. Alternativ zur Verwendung rückwärtig beleuchteter Blendenarrays kann das Lichtquellenarray auch aus einem Laserdiodenarray oder durch die Endflächen arrayförmig angeordneter Lichtleitfasern realisiert sein. Ebenfalls alternativ anstelle eines Linsenarrays kann auch ein entsprechend ausgebildetes diffraktives Element zum Einsatz kommen.

Während des Abscannens der Probe sind das Blendenarray, das Lichtquellenarray und das Sensorarray zueinander in Ruhe. Alle drei Komponenten sind ortsfest zueinander angeordnet.

Das Sensorarray ist vorzugsweise ein zweidimensionales Array lichtempfindlicher Elemente und den lichtempfindlichen Elementen zugeordneter Ladungsspeicher mit einer Vielzahl parallel zueinander angeordneter Spalten.

Spalten mindestens ein lichtdurchlässiger Bereich des Blendenarrays abgebildet ist.

Als entsprechende Sensorarrays können TDI-Sensoren zum Einsatz kommen. Soweit solche TDI-Sensoren lichtunempfindliche Bereiche zwischen den lichtempfindlichen Flächen aufweisen, können diese so angeordnet und die Abbildung zwischen Blendenarray und Sensor so gewählt sein, daß die lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays ausschließlich auf die lichtempfindlichen Bereiche abgebildet werden.

Die lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays sind so entsprechend der Bewegungsrichtung des Scanningisches und dem Abbildungsverhältnis zwischen Objektebene und dem Blendenarray ausgebildet, daß die Bahnen der Bilder aller lichtdurchlässigen Bereiche, unter Beibehaltung der konfokalen Filterung, einen Teil der Fokusebene dicht, vorzugsweise lückenlos ausfüllen. Mit einem linearen, eindimensionalen Abscannen des Objektes wird dadurch die Bildinformation für einen Streifen, dessen Breite der Breite des senkrecht zur eindimensionalen Bewegungsrichtung vom Sensorarray erfaßten Bildausschnittes entspricht, vollständig konfokal erfaßt, ohne daß Mikrobewegungen senkrecht zur Bewegungsrichtung erforderlich sind. Die lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays können dazu in Form eines zweidimensionalen rhombischen Gitters angeordnet sein. Der Mittelpunkt eines jeden lichtdurchlässigen Bereiches entspricht dabei der Position des theoretischen Gitterpunktes. Besonders vorteilhaft ist jedoch die Anordnung der lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays in Form eines rechtwinkligen Gitters, dessen Gitterachsen gegenüber der linearen Bewegungsrichtung des Scanningisches verdreht sind. Eine solche rechtwinklige Geometrie liefert Vorteile, wenn das Lichtquellenarray in Form einer Faserbeleuchtung, eines Linsenarrays oder als ein entsprechende Beleuchtung erzeugendes diffraktives Element ausgebildet ist.

Ein besonders vorteilhaftes Sensorarray weist vorzugsweise mehrere in Spalten- oder Stagerichtung hintereinander angeordnete, voneinander unabhängige zweidimensionale Teil-Sensorarrays auf, die jeweils senkrecht zur Spalten- bzw. Stagerichtung um einen Abstand  $\Delta = d/n$  zueinander versetzt sind, wobei  $d$  der Abstand der einzelnen Sensoren senkrecht zur Spaltenrichtung und  $n$  die Anzahl der zweidimensionalen Teilarays ist. Eine solche versetzte Anordnung mehrerer zweidimensionaler Sensorarrays weist bei anamorphotischer Abbildung des Blendenarrays auf das Sensorarray gegenüber einer Anordnung eines einzigen Sensorarrays mit gleicher Anzahl lichtempfindlicher Elemente ein um die Anzahl der zweidimensionalen Arrays größeres Bildfeld auf, wodurch

die Auflösung erhöht wird. Die Anordnung von Blendenarray einerseits und Sensorarray andererseits sollten relativ zueinander so angeordnet sein, daß auf jede der parallel zueinander angeordneten

Spalten mindestens ein lichtdurchlässiger Bereich des Blendenarrays abgebildet ist.

- Figur 1a die Prinzipskizze eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung mit einem einzigen, im gemeinsamen Teil des Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlenganges angeordneten Pinholearray; 5 Pinhole des Blendenarrays (4) bildet dadurch eine Sekundärlichtquelle.
- Figur 1b ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung mit separatem Lichtquellen- und Blendenarray; 10 Zur Abbildung des Blendenarrays (4) auf das auf dem motorischen Scanningtisch (9) positionierte Objekt (8) ist dem Blendenarray (4) eine Tubuslinse (5) mit einem Mikroskopobjektiv (7) nachgeordnet. Das Mikroskopobjektiv (7) ist in der Figur 1a stark vereinfacht als Einzellinse dargestellt. Das Mikroskopobjektiv (7) ist auf Schnittweite unendlich, also auf einen unendlichen Bildabstand korrigiert. Dieser Sachverhalt ist in der Figur 1a durch die Telezentrierblende (6) angedeutet.
- Figur 1c eine Prinzipskizze zur Erläuterung der Synchronisation zwischen Objektbewegung und Ladungsverschiebung im Sensorarray; 15 Das Blendenarray (4), und damit auch das durch das Blendenarray (4) gebildete Lichtquellenarray ist über die Tubuslinse (5) und die telezentrische Abbildung konfokal zur Fokusebene des Objektivs (7) angeordnet. In der Fokusebene des Objektivs (7) entsteht dadurch ein Beleuchtungsmuster, das dem Abbild des Blendenarrays (4) entspricht. Das Objekt (8) wird dadurch an den zu den transparenten Bereichen des Blendenarrays (4) konjugierten Stellen beleuchtet. Das am Objekt (8) gestreute oder reflektierte Licht wird vom Objektiv (7) mit der nachgeschalteten Tubuslinse (5) rückwärtig wieder auf das Blendenarray (4) abgebildet. Bei dieser rückwärtigen Abbildung bewirkt das Blendenarray (4) die konfokale Filterung mit der Folge, daß nur solches Licht durch die transparenten Bereiche des Blendenarrays (4) transmittieren kann, das in zu den transparenten Bereichen des Blendenarrays (4) konfokalen Bereichen vom Objekt (8) gestreut oder reflektiert wurde. Das oberhalb oder unterhalb der Fokusebene des Objektivs (7) am Objekt (8) gestreute oder reflektierte Licht wird dagegen von den lichtundurchlässigen Bereichen des Blendenarrays (4) abgefangen. Dadurch resultiert die hohe Auflösung des Konfokalmikroskops in Richtung der strichpunktierter angedeuteten optischen Achse (z-Richtung).
- Figur 2a ein Blockschaltbild der Synchronisation zwischen Bewegung des Scannstisches und der Ladungsverschiebung im Sensorarray; 20 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,
- Figur 2b eine Detaildarstellung des Funktionsablaufs im Mikrocontroller aus Figur 2a; 25 durch die das Blendenarray (4) auf das Sensorarray (11) abgebildet ist. Beim Sensorarray (11) handelt es sich um einen sogenannten TDI Sensor (Time Delay and Integration), wie dieser beispielsweise von der Firma DALSA Inc., Ontario, Canada, unter der Bezeichnung IT-E1 oder IT-F2 angeboten wird. Ein solcher TDI Sensor weist 2048 Spalten mit jeweils 96 TDI Stages (Feldern) auf. Jeder TDI Stage in jeder Spalte ist ein licht-
- Figuren 3a - 3c Ausschnitte aus einem ein rhombisches Gitter bildendes Blendenarray und die zugehörigen Bildpunkte in der Objektebene und in der Ebene des Sensorarrays; 30
- Figuren 4a - 4c Ausschnitte aus einem ein rechtwinkliges Gitter bildendes Blendenarray und der zugehörigen Bildpunkte in der Objektebene und in der Ebene des Sensorarrays; 35
- Figur 5a eine schematische Darstellung eines Sensorarrays aus mehreren versetzt zueinander angeordneten zweidimensionalen Teil-Sensorarrays und 40
- Figur 5b die Prinzipskizze eines für das Sensorarray aus Figur 5a geeigneten Pinholearrays. 45
- Bei dem in Figur 1a dargestellten Konfokalmikroskop nach der Erfindung ist ein einziges Blendenarray (4) mit einer Vielzahl transparenter Bereiche oder Löcher im gemeinsamen Teil des Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengangs angeordnet. Es bildet 50
- die Prinzipskizze eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung mit einem einzigen, im gemeinsamen Teil des Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlenganges angeordneten Pinholearray; 5 Pinhole des Blendenarrays (4) bildet dadurch eine Sekundärlichtquelle.
- Figur 1b ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung mit separatem Lichtquellen- und Blendenarray; 10 Zur Abbildung des Blendenarrays (4) auf das auf dem motorischen Scanningtisch (9) positionierte Objekt (8) ist dem Blendenarray (4) eine Tubuslinse (5) mit einem Mikroskopobjektiv (7) nachgeordnet. Das Mikroskopobjektiv (7) ist in der Figur 1a stark vereinfacht als Einzellinse dargestellt. Das Mikroskopobjektiv (7) ist auf Schnittweite unendlich, also auf einen unendlichen Bildabstand korrigiert. Dieser Sachverhalt ist in der Figur 1a durch die Telezentrierblende (6) angedeutet.
- Figur 1c eine Prinzipskizze zur Erläuterung der Synchronisation zwischen Objektbewegung und Ladungsverschiebung im Sensorarray; 15 Das Blendenarray (4), und damit auch das durch das Blendenarray (4) gebildete Lichtquellenarray ist über die Tubuslinse (5) und die telezentrische Abbildung konfokal zur Fokusebene des Objektivs (7) angeordnet. In der Fokusebene des Objektivs (7) entsteht dadurch ein Beleuchtungsmuster, das dem Abbild des Blendenarrays (4) entspricht. Das Objekt (8) wird dadurch an den zu den transparenten Bereichen des Blendenarrays (4) konjugierten Stellen beleuchtet. Das am Objekt (8) gestreute oder reflektierte Licht wird vom Objektiv (7) mit der nachgeschalteten Tubuslinse (5) rückwärtig wieder auf das Blendenarray (4) abgebildet. Bei dieser rückwärtigen Abbildung bewirkt das Blendenarray (4) die konfokale Filterung mit der Folge, daß nur solches Licht durch die transparenten Bereiche des Blendenarrays (4) transmittieren kann, das in zu den transparenten Bereichen des Blendenarrays (4) konfokalen Bereichen vom Objekt (8) gestreut oder reflektiert wurde. Das oberhalb oder unterhalb der Fokusebene des Objektivs (7) am Objekt (8) gestreute oder reflektierte Licht wird dagegen von den lichtundurchlässigen Bereichen des Blendenarrays (4) abgefangen. Dadurch resultiert die hohe Auflösung des Konfokalmikroskops in Richtung der strichpunktierter angedeuteten optischen Achse (z-Richtung).
- Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,
- Figur 2a ein Blockschaltbild der Synchronisation zwischen Bewegung des Scannstisches und der Ladungsverschiebung im Sensorarray; 20 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,
- Figur 2b eine Detaildarstellung des Funktionsablaufs im Mikrocontroller aus Figur 2a; 25 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,
- Figur 3a - 3c Ausschnitte aus einem ein rhombisches Gitter bildendes Blendenarray und die zugehörigen Bildpunkte in der Objektebene und in der Ebene des Sensorarrays; 30 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,
- Figuren 4a - 4c Ausschnitte aus einem ein rechtwinkliges Gitter bildendes Blendenarray und der zugehörigen Bildpunkte in der Objektebene und in der Ebene des Sensorarrays; 35 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,
- Figur 5a eine schematische Darstellung eines Sensorarrays aus mehreren versetzt zueinander angeordneten zweidimensionalen Teil-Sensorarrays und 40 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,
- Figur 5b die Prinzipskizze eines für das Sensorarray aus Figur 5a geeigneten Pinholearrays. 45 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,
- Bei dem in Figur 1a dargestellten Konfokalmikroskop nach der Erfindung ist ein einziges Blendenarray (4) mit einer Vielzahl transparenter Bereiche oder Löcher im gemeinsamen Teil des Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengangs angeordnet. Es bildet 50
- die Prinzipskizze eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung mit einem einzigen, im gemeinsamen Teil des Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlenganges angeordneten Pinholearray;

Pinhole des Blendenarrays (4) bildet dadurch eine Sekundärlichtquelle.

Zur Abbildung des Blendenarrays (4) auf das auf dem motorischen Scanningtisch (9) positionierte Objekt (8) ist dem Blendenarray (4) eine Tubuslinse (5) mit einem Mikroskopobjektiv (7) nachgeordnet. Das Mikroskopobjektiv (7) ist in der Figur 1a stark vereinfacht als Einzellinse dargestellt. Das Mikroskopobjektiv (7) ist auf Schnittweite unendlich, also auf einen unendlichen Bildabstand korrigiert. Dieser Sachverhalt ist in der Figur 1a durch die Telezentrierblende (6) angedeutet.

Das Blendenarray (4), und damit auch das durch das Blendenarray (4) gebildete Lichtquellenarray ist über die Tubuslinse (5) und die telezentrische Abbildung konfokal zur Fokusebene des Objektivs (7) angeordnet. In der Fokusebene des Objektivs (7) entsteht dadurch ein Beleuchtungsmuster, das dem Abbild des Blendenarrays (4) entspricht. Das Objekt (8) wird dadurch an den zu den transparenten Bereichen des Blendenarrays (4) konjugierten Stellen beleuchtet. Das am Objekt (8) gestreute oder reflektierte Licht wird vom Objektiv (7) mit der nachgeschalteten Tubuslinse (5) rückwärtig wieder auf das Blendenarray (4) abgebildet. Bei dieser rückwärtigen Abbildung bewirkt das Blendenarray (4) die konfokale Filterung mit der Folge, daß nur solches Licht durch die transparenten Bereiche des Blendenarrays (4) transmittieren kann, das in zu den transparenten Bereichen des Blendenarrays (4) konfokalen Bereichen vom Objekt (8) gestreut oder reflektiert wurde. Das oberhalb oder unterhalb der Fokusebene des Objektivs (7) am Objekt (8) gestreute oder reflektierte Licht wird dagegen von den lichtundurchlässigen Bereichen des Blendenarrays (4) abgefangen. Dadurch resultiert die hohe Auflösung des Konfokalmikroskops in Richtung der strichpunktierter angedeuteten optischen Achse (z-Richtung).

Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,

Figur 2a ein Blockschaltbild der Synchronisation zwischen Bewegung des Scannstisches und der Ladungsverschiebung im Sensorarray; 20 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,

Figur 2b eine Detaildarstellung des Funktionsablaufs im Mikrocontroller aus Figur 2a; 25 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,

Figur 3a - 3c Ausschnitte aus einem ein rhombisches Gitter bildendes Blendenarray und die zugehörigen Bildpunkte in der Objektebene und in der Ebene des Sensorarrays; 30 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,

Figuren 4a - 4c Ausschnitte aus einem ein rechtwinkliges Gitter bildendes Blendenarray und der zugehörigen Bildpunkte in der Objektebene und in der Ebene des Sensorarrays; 35 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,

Figur 5a eine schematische Darstellung eines Sensorarrays aus mehreren versetzt zueinander angeordneten zweidimensionalen Teil-Sensorarrays und 40 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,

Figur 5b die Prinzipskizze eines für das Sensorarray aus Figur 5a geeigneten Pinholearrays. 45 Zur Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang ist zwischen dem Blendenarray (4) und dem Kondensor (2) ein Teilerspiegel (3) angeordnet, durch den ein Teil des am Objekt (8) gestreuten oder reflektierten und durch das Blendenarray (4) transmittierten Lichtes in Richtung auf das Sensorarray (11) ausgespiegelt wird. In dem ausgespiegelten Strahlengang, d.h. zwischen Teilerspiegel (3) und Sensorarray (11), ist eine weitere Abbildungsoptik (10) vorgesehen,

Bei dem in Figur 1a dargestellten Konfokalmikroskop nach der Erfindung ist ein einziges Blendenarray (4) mit einer Vielzahl transparenter Bereiche oder Löcher im gemeinsamen Teil des Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengangs angeordnet. Es bildet 50

die Prinzipskizze eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung mit einem einzigen, im gemeinsamen Teil des Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlenganges angeordneten Pinholearray;

transparenten Bereichen auf, so daß auf jede Spalte des TDI Sensors mindestens ein transparenter Bereich des Blendenarrays (4) abgebildet ist. Die detaillierte abbildungsmäßige Zuordnung der Pixel des TDI Sensors und der transparenten Bereiche wird weiter unten noch anhand der Figuren 3a - 3c und 4a - 4c näher erläutert.

Zum Erfassen großer Objektbereiche dient der in zwei zur optischen Achse senkrechten Richtungen motorisch bewegbare Scanningtisch (9) dessen Bewegung über zwei Positionsmeßsysteme (12) erfaßt wird. Entsprechend der Bewegung des Scanningtisches (9) werden über eine Synchronisationseinheit (13) die in den Ladungsspeichern des TDI Sensors (11) aufsummierten Ladungen in Stagerichtung verschoben. Die Bewegung des Scanningtisches (9) erfolgt dazu entlang, gegebenenfalls mehrerer, linearer Bewegungsbahnen derart, daß sich der zu einem Objektpunkt zugehörige Bildpunkt auf dem TDI Sensor (11) entlang der Spalten verschiebt. Dieser Sachverhalt wird anhand der vereinfachten Darstellung der Figur 1c erläutert. Angenommen zu einem ersten Zeitpunkt werde ein Objektpunkt (8a) auf einen Bildpunkt (11a) auf dem TDI Sensor (11) abgebildet. Aufgrund der Bewegung des Scanningtisches (9) erfolgt eine Bewegung des Objektes (8) in Richtung des Pfeiles (P1) und zu einem etwas späteren Zeitpunkt sei der Objektpunkt (8a) zur Position (8b) gewandert. Simultan zur Bewegung des Objektes (8) erfolgt eine Verschiebung der in den Ladungsspeichern des TDI Sensors (11) abgespeicherten Ladungen in Richtung des Pfeiles (P2) von der Stelle (11a) zur Stelle (11b). Durch diese Synchronisation zwischen Bewegung des Objektes (8) und der Bewegung der Ladungen kann die Messung während der Bewegung des Objektes (8) fortgesetzt werden. Die Bewegung des Objektes (8) erfolgt daher nicht im Start-/Stoppbetrieb sondern gleichförmig während der Messung. Dadurch werden gegenüber Anordnungen, bei denen die Objektbewegung im Start-/Stoppbetrieb erfolgt und jeweils bei Stillstand des Objektes eine Messung erfolgt, bei gleichen Signal/Rauschverhältnissen wesentlich kürzere Meßzeiten erzielt.

Das komplette Abscannen des Objektfeldes senkrecht zur Bewegungsrichtung des Scanningtisches (9) erfolgt durch eine senkrecht zur Bewegungsrichtung versetzte Anordnung der transparenten Bereiche. In Verbindung mit der Synchronisation der Ladungsverschiebung im Sensorarray entsprechend der Bewegung des Bildpunktes eines Objektpunktes wird das gesamte Objektfeld, das der Zeilenbreite des Sensorarrays entspricht, erfaßt. Durch die versetzte Anordnung der Blenden im Blendenarray liegen die Bahnen der Bildpunkte

die Bewegung des Scanningtisches.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1b sind die den einzelnen Komponenten des Ausführungsbeispiels nach Figur 1a entsprechenden Komponenten mit den selben Bezeichnungen wie in Figur 1a bezeichnet. Die Unterschiede zum Ausführungsbeispiel nach Figur 1a bestehen darin, daß in der Figur 1b das Blendenarray (4b) dem Strahlteiler (3') nachgeschaltet im Beobachtungs- oder Detektionsstrahlengang angeordnet ist. Im Beleuchtungsstrahlengang ist ein eigenes Blendenarray (4a) angeordnet, daß das Lichtquellenarray bildet. Die beiden Blendenarrays (4a) und (4b) sind zueinander und zur Fokusebene des Objektivs (7) konjugiert angeordnet. Auch die transparenten Bereiche der beiden Blendenarrays (4a) und (4b) sind zueinander konjugiert. Durch den Einsatz getrennter Blendenarrays (4a, 4b) im Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang wird vermieden, daß der relativ große Anteil am Blendenarray (4a) des Beleuchtungsstrahlenganges reflektierten Lichts einen großen Signaluntergrund auf dem TDI Sensor (11) erzeugt.

Zusätzlich ist beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1b der Strahlteiler (3') als Polarisationsstrahlteiler ausgebildet und die Beleuchtung des Blendenarrays (4a) im Beleuchtungsstrahlengang erfolgt ebenfalls mit polarisiertem Licht, was durch einen dem Blendenarray (4a) vorgeschalteten Polarisator (2a) angedeutet ist. Zusätzlich ist objektseitig des Strahlteilers (3') eine Lambdaviertelplatte (14) vorgesehen, die in bekannter Weise bewirkt, daß die Polarisation des Lichtes, das zweimal durch die Lambdaviertelplatte (14) transmittiert, um 90° in der Polarisation gedreht wird. Bei Verwendung polarisierten Lichtes resultiert durch den Einsatz eines Polarisationsstrahlteilers (3') und einer Lambdaviertelplatte (14) eine um den Faktor vier bessere Ausnutzung des hinter dem Kondensor (2) vorhandenen Lichtes gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1a. Eine entsprechende Anordnung von Polarisationsstrahlteiler, Polarisationsfilter und Lambdaviertelplatte ist jedoch auch beim Ausführungsbeispiel mit nur einem Blendenarray nach Figur 1a möglich.

In der Figur 3b ist ein erstes Ausführungsbeispiel für ein Blendenarray (4, 4a, 4b) dargestellt. Das Blendenarray (4) enthält eine der Pixelzahl des Sensors (11) entsprechende Anzahl lichtdurchlässiger Bereiche ( $4_1$  -  $4_{20}$ ), von denen in der Figur 3b aus Gründen der Übersichtlichkeit nur 20 dargestellt sind. Der Durchmesser jedes transparenten Bereiches ( $4_1$  -  $4_{20}$ ) entspricht etwa dem halben Durchmesser des Airyscheibchens und beträgt bei einem Objektiv mit einer numerischen Apertur NA = 0.95 und für eine Wellenlänge Lambda = 365 nm etwa 0.25 µm multipliziert mit dem Abbildungsmaßstab zwischen dem Objekt (8) und dem Blendenar-

Yständigen Erfassen des Bildfeldes erfordert dies einen reduzierten Aufwand bei der Datenspeicherung (Datensortierung) und die Toleranzanforderungen an

die Größe der transparenten Bereiche ist gering. Die transparenten Bereiche ( $4_1$  -  $4_{20}$ ) bilden ein zweidi-

mensionales rhombisches Gitters wobei der Winkel zwischen den beiden Gitterachsen so gewählt ist, daß unter Berücksichtigung des Abbildungsverhältnisses zwischen dem Blendenarray (4, 4b) und dem TDI Sensor (11) das Zentrum jeweils nächst benachbarter transparenter Bereiche auf benachbarte Spalten des TDI Sensors (11) abgebildet wird. Diese abbildungsmäßige Zuordnung ist in der Figur 3c dargestellt. Jedes Quadrat in der Figur 3c stellt einen lichtempfindlichen Bereich dar. In vertikaler Richtung sind die 96 Stages und in horizontaler Richtung ein Ausschnitt aus den 2048 Spalten dargestellt, wobei die Spalten mit (P1 - P4, P10, P11) bezeichnet sind. Wie der Zusammenschau der Figuren 3b und 3c entnehmbar ist, ist der transparente Bereich (4<sub>1</sub>) auf die Spalte (P1), der transparente Bereich (4<sub>2</sub>) auf die Spalte (P2) usw. auf unterschiedliche Spalten des TDI Sensors (11) abgebildet. Gleichzeitig sind die transparenten Bereiche (4<sub>1</sub> - 4<sub>10</sub>) auf unterschiedliche Stages abgebildet. Erst die Stageposition, auf die der transparente Bereich (4<sub>11</sub>) abgebildet ist, entspricht wieder der Stageposition des Bereichs (4<sub>1</sub>).

Das Abbild des Blendenarrays (4) und des TDI Sensors (11) in der Fokusebene des Objektivs (7) und damit in einer Schnittebene des Objektes (8) ist in der Figur 3a dargestellt. Die Bilder der lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays (4) sind dort mit den selben Bezugszeichen wie in der Figur 3b bezeichnet. Jedes dort eingezzeichnete Quadrat stellt das Bild des zugehörigen lichtempfindlichen Bereiches des TDI Sensors (11) dar. Die lineare Bewegungsrichtung des Scanningtisches (9) der längeren Mäanderbahnen ist durch den Pfeil (S) angegeben.

Im Prinzip der selbe Sachverhalt wie in den Figuren 3a - 3c ist in den Figuren 4a - 4c für ein alternatives Blendenarray (4') (siehe Figur 4b) dargestellt. Bei dieser alternativen Ausführungsform für das Blendenarray (4') sind die transparenten Bereiche, die bezüglich ihres Durchmessers und ihres Abstandes zum benachbarten transparenten Bereich denen aus Figur 3b entsprechen, derart angeordnet, daß sich ein rechtwinkliges zweidimensionales Gitter an transparenten Bereichen ergibt. Die Gitterachsen des rechtwinkligen Gitters sind gegenüber der Scanningrichtung (Pfeil (S)) so verdreht, daß auch hier, wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel nach den Figuren 3a - 3c, jeweils ein transparenter Bereich (4<sub>1</sub> - 4<sub>6</sub>) auf jeweils eine Spalte des TDI Sensors (11) abgebildet. In der Figur 4a ist wiederum das Abbild des Blendenarrays (4') und des TDI Sensors (11) in der Fokusebene des Objektivs (7) dargestellt.

Fine solche Anordnung der transparenten Bereiche

5 Faserarray zur besseren Ausleuchtung der transparenten Bereiche des Blendenarrays (4a) ausgebildet ist. Bei ausreichender Punktformigkeit der resultierenden Sekundärlichtquellen kann auf ein Beleuchtungsblendenarray (4a) auch verzichtet werden.

10 Die für die Steuerung der Objektbewegung und die gleichzeitige Synchronisation der Ladungsverschiebung erforderliche Elektronik wird nachfolgend anhand der Blockschaltbilder in den Figuren 2a und 2b erläutert.

15 Der Objektisch (9) besteht im wesentlichen aus den in zwei zueinander senkrechten Richtungen verschiebbaren Tischelementen, den motorischen Antrieben (20, 21), den Positionsmeßsystemen (22, 23) und einem Mikrocontroller (24). Der Objektisch (9) selbst ist für eine Fokussierung in Richtung der optischen Achse verschiebbar an einem nicht dargestellten Stativ aufgenommen. Die beiden motorischen Antriebe (20, 21) zur Erzeugung der Bewegung in zwei orthogonalen Richtungen sind vorzugsweise als Linearantriebe ausgebildet. Die Positionsmeßantriebe (22, 23), die die Bewegung oder Auslenkung des Tisches (9) unabhängig voneinander in den beiden zueinander senkrechten Richtungen erfassen, sind als Längenmeßinterferometer 20 ausgebildet. Diese Interferometer liefern bei einer Bewegung des Tisches in Richtung des Meßstrahlenganges des zugehörigen Interferometers auf einem Strahlungssensor eine Bestrahlungsstärke, die eine sinusförmige Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg hat. Dabei ist eine Periode über die Wellenlänge des verwendeten Meßlichtes im zugehörigen Interferometer direkt mit der zurückgelegten Entfernung verbunden. Da das Meßsignal bei längeren zurückgelegten Wegstrecken Mehrdeutigkeiten aufweist, ist zusätzlich eine

25 Absolutkalibrierung erforderlich, indem zu Beginn einer Messung eine Nullposition angefahren wird. Zu jedem späteren Zeitpunkt ergibt sich dann die aktuelle Position in Bezug auf diese Nullposition aus der Anzahl der erfolgten Nulldurchgänge des Interferometersignals 30 zuzüglich der Phasendifferenz des detektierten Sinussignals in der Kalibrierposition und der aktuellen Position.

35 Der Mikrocontroller (24) steuert die Antriebe (20, 21) des Objektisches (9) entsprechend der aktuellen Positionsmeßwerte, die von den Meßsystemen (22, 23) geliefert werden und den von einem nicht dargestellten Host-Rechner über eine Busleitung (29) bestimmten Sollpositionswerten. Der dafür erforderliche Regelkreis innerhalb des Mikrocontrollers (24) ist in der Figur 2b vergrößert dargestellt. Die über den Steuerungsbus, beispielsweise einem Can-Bus, gelieferten Daten werden in einer arithmetisch logischen Einheit (ALU) (33) in die aktuellen Sollpositionswerte umgerechnet. In einer 40 darauf folgenden weiteren ALU (32) werden die in der

45 nächsten Zeitschaltung ermittelten Positionen verglichen mit der Sollposition. Der dabei resultierende Differenzwert wird in einer weiteren ALU (31) addiert und die resultierende Summe wird mit der Sollposition verglichen. Der dabei resultierende Differenzwert wird in einer weiteren ALU (30) addiert und die resultierende Summe wird mit der Sollposition verglichen. Dieser Prozess wird wiederholt, bis die Positionen übereinstimmen. Die resultierende Position wird dann an die Antriebe (20, 21) übertragen, um die Position des Objektisches (9) zu ändern.

gend in einer Einheit (35) mit einem Faktor multipliziert, der die Verstärkung des offenen Regelkreises angibt. Dieser Faktor ist in der Regel negativ, um eine Phasenverschiebung von  $180^\circ$  zu bewirken. Dieses verstärkte und zeitlich integrierte Differenzsignal stellt dann das Antriebssignal für die Antriebe (20, 21) dar.

Die Werte der aktuellen Sollpositionen in den beiden zueinander senkrechten Richtungen werden von der ALU (33) gleichzeitig über Datenleitungen (30, 31) an einen weiteren Mikrocontroller (28), einen Treiber (27) für das Auslesen bzw. das Taktten des TDI Sensors (11) und eine Bildverarbeitungselektronik (25) weitergegeben. Der über den Mikrocontroller (24) angetriebene Treiber (27) bewirkt eine Verschiebung der im TDI Sensor aufgespeicherten Ladungen entsprechend der Wanderung eines jeden Bildpunktes auf dem TDI Sensor (11). Die vom TDI Sensor (11) ausgelesenen Ladungsdaten werden von einem AD-Wandler (26) digitalisiert und nachfolgend ebenfalls an die Bildverarbeitungselektronik (25) weitergegeben. Die Bildverarbeitungselektronik (25) erhält auf diese Weise die Information, für welche Tischposition die mit dem TDI Sensor aufgezeichneten Bestrahlungstärken in das zu erzeugende Bild eingetragen werden sollen. Dabei berücksichtigt die Elektronik die Verzögerungen, die durch die systematischen Eigenschaften des TDI Sensors verursacht werden. Falls der Tisch sich an einer Position befindet, die außerhalb des durch die Aufnahme zu erfassenden Bereiches liegt, bleiben die vom TDI Sensor abgegebenen Werte unberücksichtigt.

Von der Bildverarbeitungselektronik wird zuerst eine Restaurierung der Aufnahme durchgeführt. Dabei werden konstante und lineare Fehler kompensiert, die beispielsweise durch Veränderungen der Strahlungintensität, durch Abweichungen der Dimensionen der lichtdurchlässigen Bereiche innerhalb des Blendenarrays, Abweichungen der Tischgeschwindigkeit von der Sollgeschwindigkeit oder durch unterschiedliche Empfindlichkeitscharakteristiken der Pixel des TDI Sensors entstehen können. Nachdem solche konstanten oder linearen Fehler kompensiert sind, können durch geeignete Filterung die Strukturen des Objektes, beispielsweise des belichteten Wafers ein wenig unterdrückt werden, um Fehler zwischen den Dies besser ermitteln zu können.

Um einen sogenannten Die zu Die-Vergleich durchführen zu können, werden die Teile der Aufnahme, die miteinander verglichen werden sollen, unter Berücksichtigung von Fehlern im Tischsystem pixelgenau miteinander zur Deckung gebracht. Anschließend werden die zu vergleichenden Teile der Aufnahme voneinander subtrahiert, der Die zu Die Vergleich durchgeführt und

die Abweichungen in Form von Faktoren ausgedrückt.

GESCHREIBENEN KEGELKREIS WIRD DREI KOMMIGEWINDE, DAS GESCHWINDIGKEIT UND DER KURS DES TISCHES VOM RECHNER VORGEgeben. DER MIKROCONTROLLER BERECHNET

aus der Geschwindigkeitsvorgabe mit Hilfe der im Mikrocontroller (24) eingebauten Clock (36) die Sollposition des Tisches und den Takt, nach dem sowohl der Tisch geregelt als auch der Treiber (27) für den TDI Sensor und die Bildverarbeitungselektronik getaktet wird. Alternativ dazu kann das Auslesen des TDI Sensors und die Bildverarbeitungselektronik auch direkt vom Host getaktet sein. In diesem Fall werden nicht die Sollpositionen über die Datenleitungen (30, 31) sondern die momentanen Istpositionen an die Bildverarbeitungselektronik (25) weitergegeben.

Die Bildaufnahme eines großen Objektfeldes erfolgt vorzugsweise durch eine mäanderförmige Bewegung des Objekttisches, bei der die längere Bewegungsbahn so orientiert ist, daß die Bildpunkte in Richtung der 96 Stages des TDI Sensors wandern. Über den aufzunehmenden Bildbereich erfolgt die Bewegung dabei mit einer konstanten Geschwindigkeit. Nachdem das Objekt in einer Richtung abgescannt wurde, erfolgt eine Verschiebung des Tisches in der dazu senkrechten Richtung derart, daß nunmehr beim Scannen der nächsten längeren Mäanderbahn die benachbarten Objektbereiche auf den TDI Sensor abgebildet sind. Nun erfolgt das Abscannen in entgegengesetzter Richtung, wobei gleichzeitig die Richtung des Ladungstransportes zwischen den Speichern des TDI Sensors umgekehrt wird. Dazu ist es allerdings erforderlich, daß der TDI Sensor bidirektionale Scanneneigenschaften aufweist, also die Ladungen in die beiden entgegengesetzten Richtungen verschiebbar sind. Der Sensor kann dazu beispielsweise einer vom IT-F2-Typ der DALSA Inc. sein.

Die vom Host-Rechner oder von der Clock (36) des Mikrocontrollers (24) vorgegebene Frequenz ist so bestimmt, daß der Objekttisch mit der maximal möglichen Geschwindigkeit bewegt wird, die für ein Auslesen der TDI Zeile mit der maximalen Frequenz unter Berücksichtigung des Abbildungsmaßstabes und der Bildwanderung möglich ist.

Um eine Änderung des Abbildungsmaßstabs zu erzielen, ist ein Wechsel des Objektivs (7) erforderlich. Dies erfolgt vorzugsweise mittels eines codierten Objektivrevolvers, wobei die Maßstabsdaten der zu den Revolverpositionen zugehörigen Objektive in einem Speicher abgelegt sind. Bei einer Revolverschaltung kann dann gleich eine Anpassung der zueinander synchronisierten Geschwindigkeit zwischen dem Auslesen des TDI Sensors und dem Objekttisch erfolgen.

In der Regel wird eine Änderung des Abbildungsmaßstabes mit einer Änderung des Blendenarrays einhergehen, damit der Durchmesser der transparenten Bereiche an die von der numerischen Apertur des Objektivs abhängigen Größe des Airyscheibchens

gespielt wird.

Die folgende Erfindung dargestellt. Der TDI-Sensor besteht aus mehreren in Stagerichtung hintereinander

angeordneten Teilsensoren (38, 39, 40), die jeweils in Pixelrichtung (Horizontale in Figur 5a) um den Abstand  $\Delta = d / n$  zueinander versetzt sind, wobei  $d$  der Pixelabstand und  $n$  die Anzahl der Teilsensoren ist. Zusammen mit einer anamorphotischen Abbildung des Blendenarrays (41) (Figur 5b) auf den zusammengesetzten TDI Sensor resultiert bei identischer Gesamtfläche des TDI Sensors eine der Anzahl der hintereinander geschalteten Teilsensoren (38, 39, 40) entsprechende Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses. Bei dem in der Figur 5a dargestellten Ausführungsbeispiel ist davon ausgegangen, daß insgesamt 9 Teilsensoren (38, 39, 40) mit jeweils wieder 96 Stages hintereinander angeordnet sind. Die Stagerichtung entspricht hierbei wieder der Bewegung des Objektpunktes beim Scannen des Objektes. Die Abbildung des Blendenarrays (41) erfolgt dann mit einem 9-fach größeren Abbildungsmaßstab in der Scannrichtung als in der dazu senkrechten Richtung. Durch diese anamorphotische Abbildung werden dann die in den beiden ersten Zeilen ( $Z_1, Z_2$ ) des Blendenarrays (41) liegenden transparenten Bereiche auf den ersten Teilsensor (38), die beiden darauffolgenden Zeilen ( $Z_3, Z_4$ ) auf den zweiten Teilsensor (39) usw. abgebildet. Diese anamorphotische Abbildung ist in der Figur 5a durch die ovalen Abbilder der kreisförmigen lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays (41) angedeutet. Durch die versetzte Anordnung mehrerer Teilsensoren ist es zum einen möglich, die auf jeden Teilsensor abgebildeten transparenten Bereiche als rechtwinklige, parallel zu den Zeilen und Spalten der Teilsensoren ausgerichtete Teilgitter auszubilden. Gleichzeitig sind die Teilgitter untereinander entsprechend dem Versatz der Teilsensoren zueinander versetzt, so daß das gesamte Bildfeld lückenlos erfaßt wird, wenn die Bilddaten der Teil-TDIs für den Erhalt der korrekten Reihenfolge entsprechend sortiert werden. Dadurch können mehrere transparente Bereiche auf eine Spalte jedes Teilsensors an unterschiedlichen Stagepositionen abgebildet sein, wodurch die Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses resultiert. In der Darstellung nach Figuren 5a und 5b sind zwei transparente Bereiche auf jede Pixelposition an entsprechend versetzten Stagepositionen des selben Teilsensors (38) abgebildet. Die Verwendung von nur zwei transparenten Bereichen pro Pixelposition dient jedoch nur zur Veranschaulichung. Um bei vorgegebenem Verhältnis von Durchmesser der transparenten Bereiche zu Abstand der transparenten Bereiche die Fläche des Sensors (37) optimal auszunutzen, kann die Anzahl der transparenten Bereiche pro Pixelposition entsprechend der Anzahl der Teilsensoren (38, 39, 40) gewählt sein, wodurch dann bei 9 Teilsensoren eine um einen Faktor

9-fach höhere Auflösung im horizontalen Ausmaß erreicht werden kann.

Die Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 zum Abscannen eines Objektes kann dabei mit der gleichen Geschwindigkeit erfolgen kann.

Durch die anamorphotische Abbildung tragen alle

Spalten aller Teilsensoren zur Bilderzeugung bei. Ein Sensorarray aus mehreren versetzt angeordneten Teilsensoren kann auch in Verbindung mit einer normalen, nicht-anamorphotischen Abbildung des Blendenarrays auf das Sensorarray zum Einsatz kommen; in diesem Fall tragen jedoch nur ein Teil der Spalten der Teilsensoren zur Bildentstehung bei.

Anstelle von TDIs als Teilsensoren ist auch eine Anordnung einer entsprechenden Anzahl von zueinander versetzt angeordneten Zeilensensoren denkbar. Bezüglich der Lichtempfindlichkeit ist eine solche Anordnung mit den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 3a bis 3c vergleichbar, allerdings ist die eingesetzte Sensorfläche demgegenüber deutlich reduziert.

## Patentansprüche

### 1. Konfokales Mikroskop mit

- einem motorischen Scanningtisch (9) zum Bewegen eines Objektes (8) senkrecht zur optischen Achse des Mikroskopes,
- einem Blendenarray (4, 4a, 4b) in einer zur Fokusebene des Mikroskopobjektivs (7) konjugierten Ebene,
- einem dem Blendenarray (4, 4b) nachgeordneten Sensorarray (11) mit einer Vielzahl lichtempfindlicher Elemente, den lichtempfindlichen Elementen zugeordneten Ladungsspeichern und einer Einrichtung zum Verschieben der in den Ladungsspeichern gespeicherten Ladungen von einem Speicher zu einem anderen Speicher, und
- einer Synchronisationseinheit (13, 24), die ein Verschieben der Ladungen entsprechend der Bewegung des Bildpunktes eines Objektpunktes in der Ebene des Sensorarrays (11) bewirkt.

2. Konfokales Mikroskop nach Anspruch 1, wobei die Bewegung der Probe entlang linearer Bahnen erfolgt.

3. Konfokales Mikroskop nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Blendenarray (4, 4a, 4b) beim Bewegen der Probe relativ zum Strahlengang fest bleibt.

4. Konfokales Mikroskop nach Anspruch 3, wobei das Blendenarray (4, 4b) derart ausgebildet ist, daß die Bahnen der Bilder der transparenten Bereiche (4<sub>1</sub> - 4<sub>20</sub>) in der Fokusebene des Objektivs (7) einen Teil der Fokusebene lückenlos ausfüllen.

5. Konfokales Mikroskop nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei die transparenten Bereiche des Blendenarrays (4, 4a, 4b) in einer zur Fokusebene des Objektivs (7) konjugierten Ebene angeordnet ist und wobei

die Positionen der Lichtquellen zu den Positionen der lichtdurchlässigen Bereiche ( $4_1$  -  $4_{20}$ ) des Blendenarrays ( $4$ ,  $4b$ ) konjugiert sind.

6. Konfokales Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 - 5, wobei das Detektorarray (11) eine Vielzahl parallel zueinander angeordneter linearer Sensorspalten aufweist und die Verschiebung der Ladungen in Richtung der Spalten erfolgt. 5
7. Konfokales Mikroskop nach Anspruch 6, wobei das Blendenarray eine Vielzahl lichtdurchlässiger Bereiche ( $4_1$  -  $4_{20}$ ) aufweist und wobei auf jede Spalte des Sensorarrays mindestens ein lichtdurchlässiger Bereich ( $4_1$  -  $4_{20}$ ) des Blendenarrays ( $4$ ,  $4b$ ) abgebildet ist. 10 15
8. Konfokales Mikroskop nach Anspruch 7, wobei die lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays ( $4$ ,  $4a$ ,  $4b$ ) ein zweidimensionales rhombisches Gitter bilden. 20
9. Konfokales Mikroskop nach Anspruch 7, wobei die lichtdurchlässigen Bereiche des Blendenarrays ( $4$ ,  $4a$ ,  $4b$ ) ein rechtwinkliges zweidimensionales Gitter bilden. 25
10. Konfokales Mikroskop nach einem der Ansprüche 1-9, wobei das Blendenarray ( $4$ ,  $4b$ ) auf das Sensorarray (11) abgebildet ist. 30
11. Konfokales Mikroskop nach einem der Ansprüche 6 - 10, wobei das Sensorarray (37) mehrere in Spaltenrichtung hintereinander angeordnete, voneinander unabhängige, Teil-Sensorarrays (38, 39, 40) aufweist, die in Zeilenrichtung um einen Betrag zueinander versetzt angeordnet sind, wobei für den Betrag der Versetzung gilt  $\Delta = d / n$ , und wobei d die Abmessung der Einzelsensoren in Zeilenrichtung und n die Anzahl der Teil-Sensorarrays ist. 35 40
12. Konfokales Mikroskop nach Anspruch 11, wobei das Blendenarray (41) anamorphotisch auf das Sensorarray (37) abgebildet ist. 45

FIG. 1B

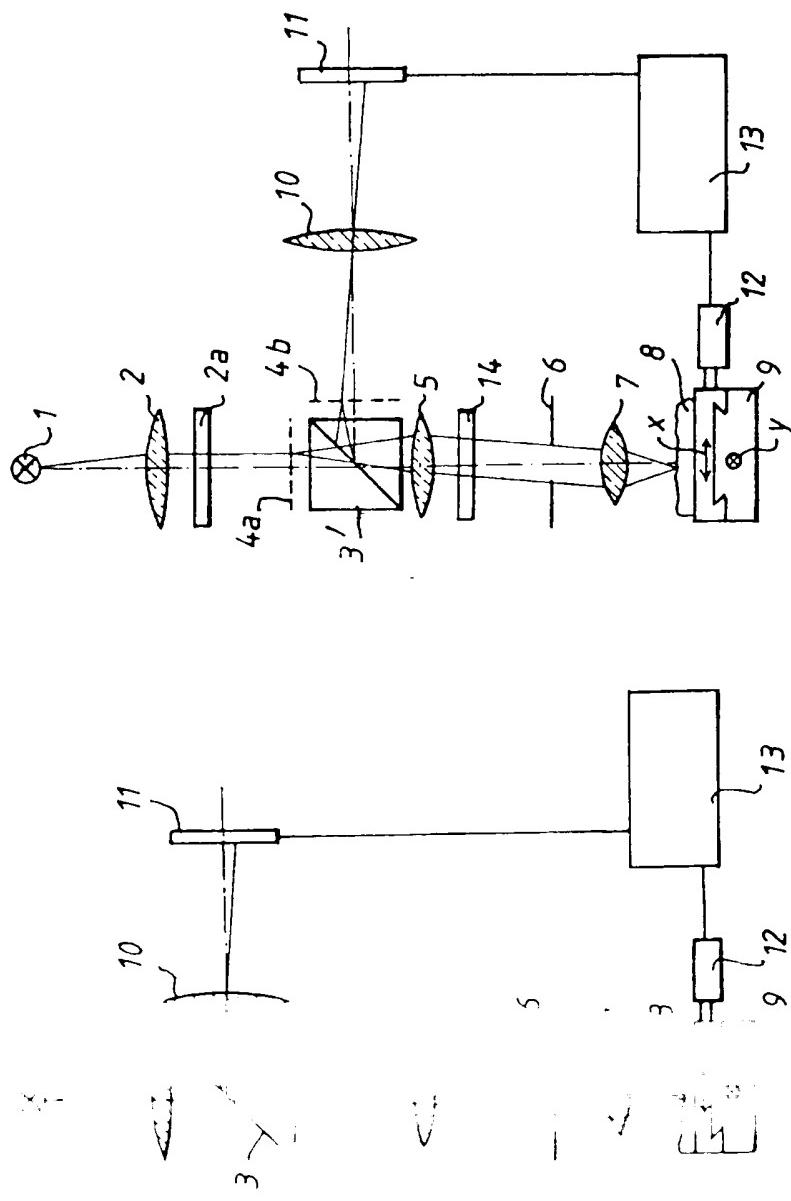


FIG. 1C

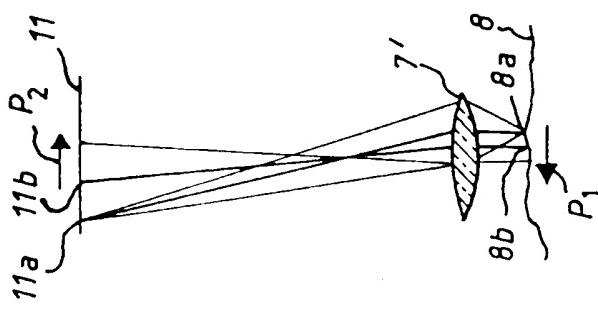


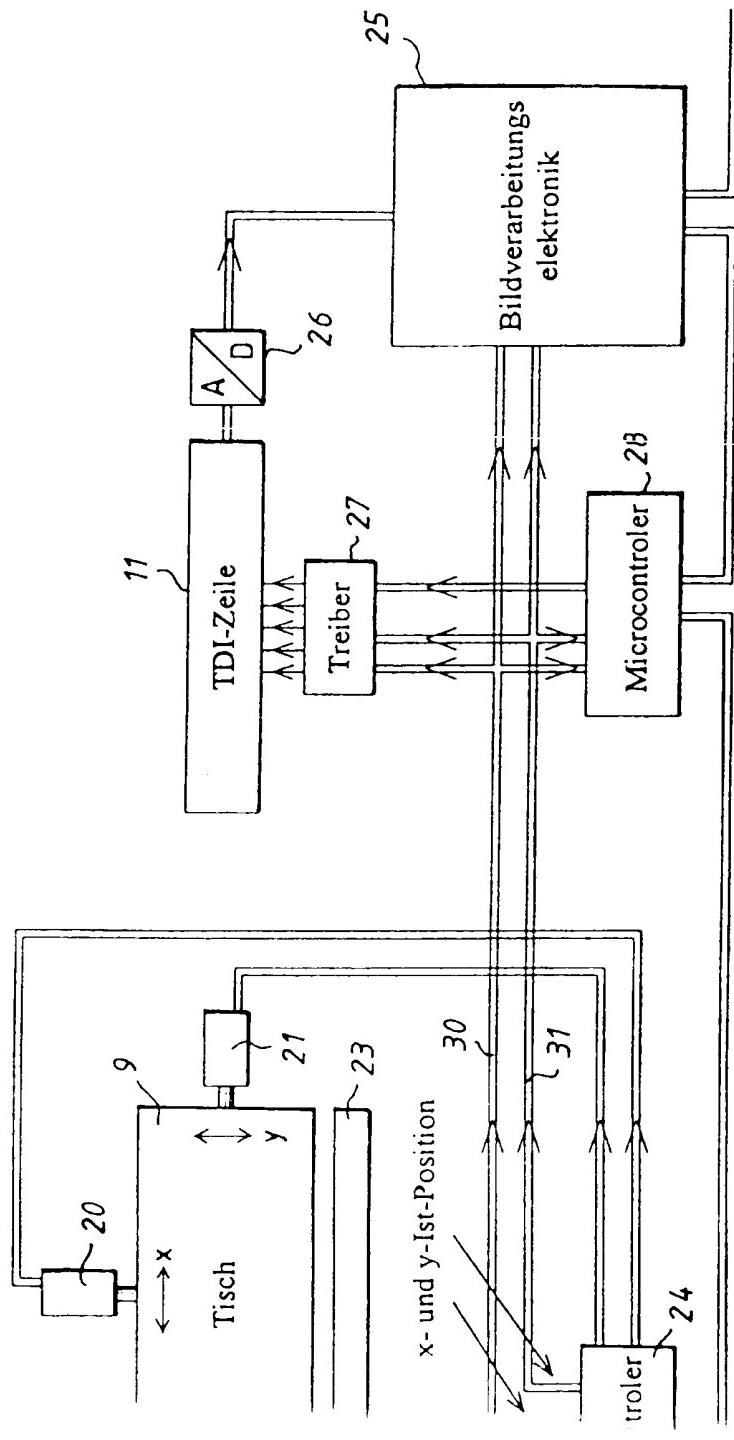
FIG. 2a

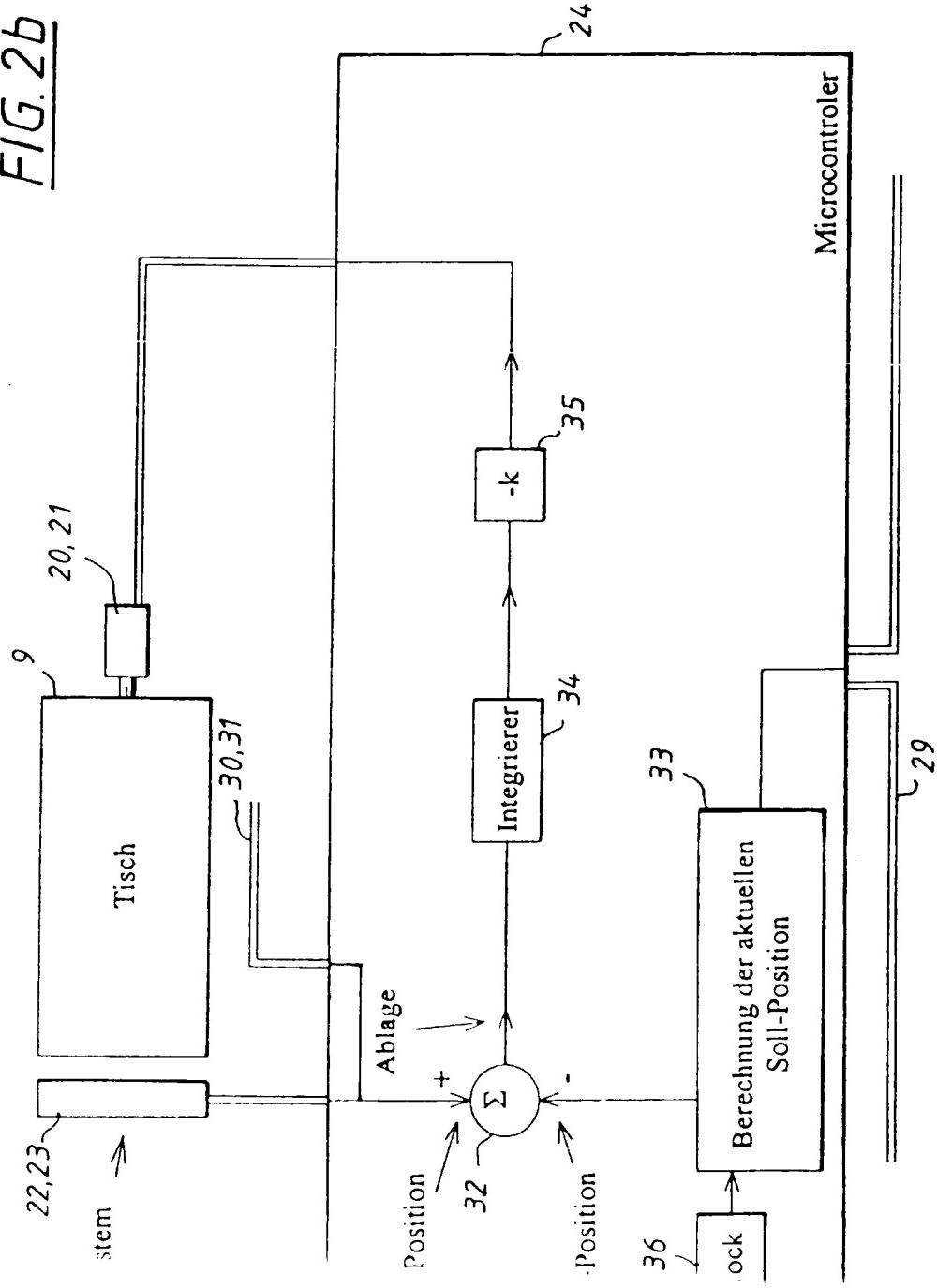
FIG. 2b

FIG. 3a

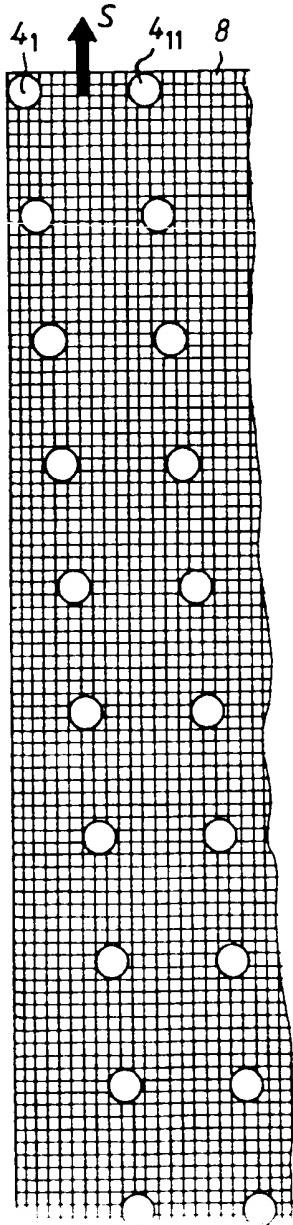


FIG. 3b

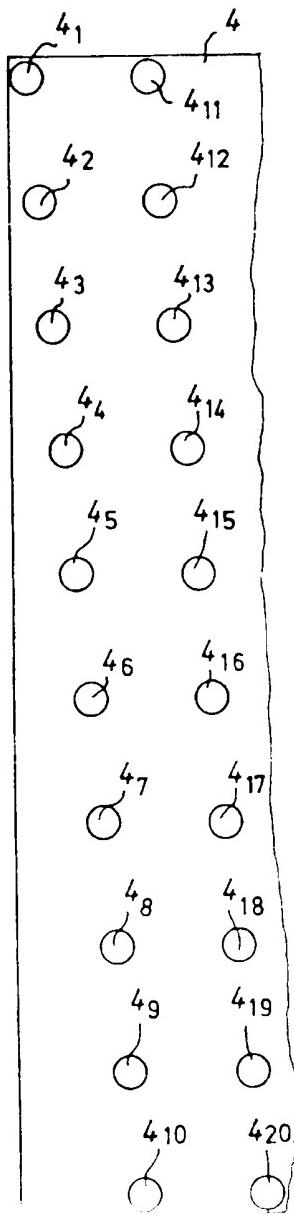


FIG. 3c

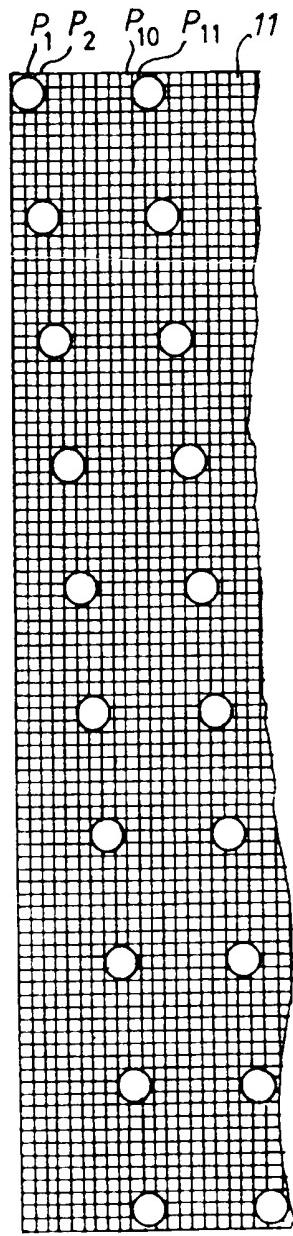


FIG. 4a

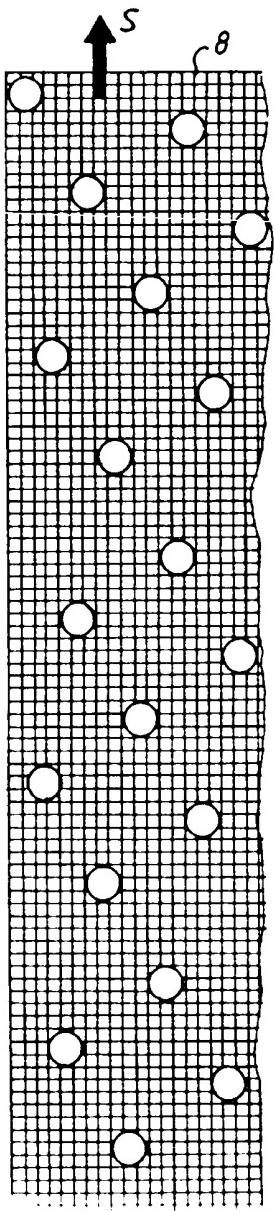


FIG. 4b

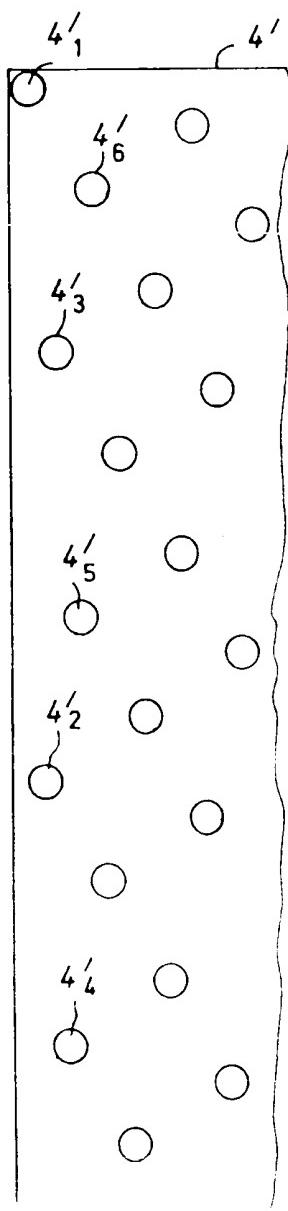


FIG. 4c

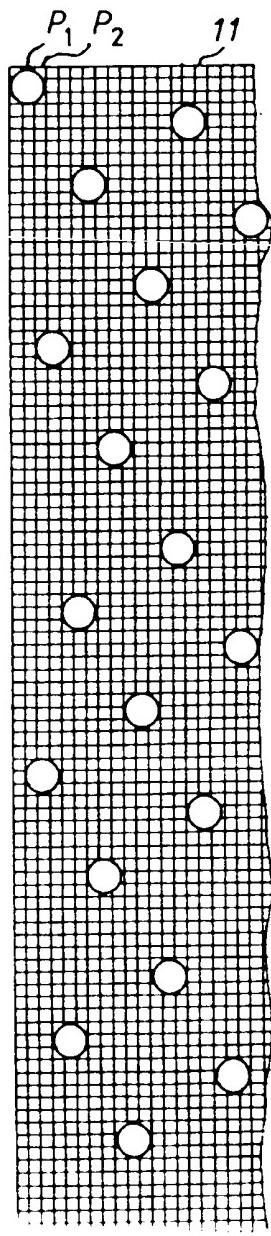


FIG. 5a

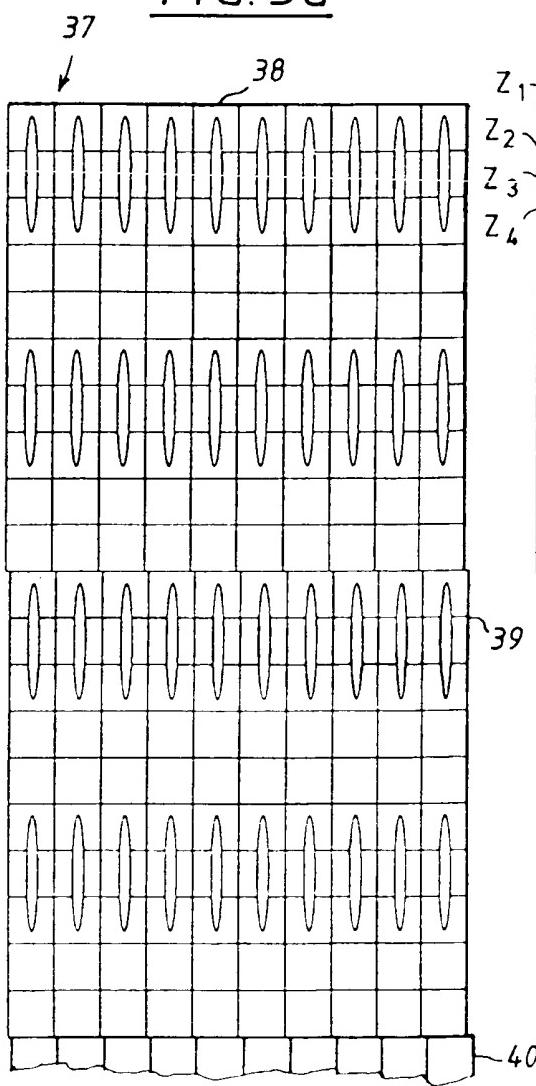
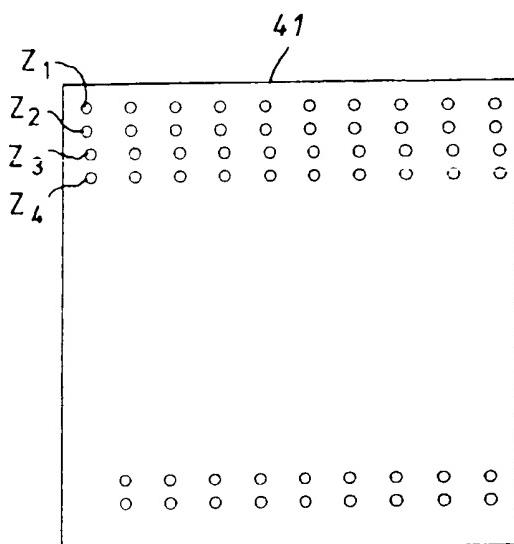


FIG. 5b





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 98 10 5816

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
P,X	US 5 649 022 A (MAEDA SHUNJI ET AL) 15.Juli 1997	1,2,6,7	G02B21/00 G01N21/89
A	* Spalte 15, Zeile 8 - Spalte 17, Zeile 40; Abbildungen 8-13 * & JP 05 006 928 A (HITACHI) 14.Januar 1993 & JP 04 348 260 A (HITACHI) 3.Dezember 1992 ---	10	
A	US 5 544 338 A (FORSLUND DONALD C) 6.August 1996 * Spalte 5, Zeile 45 - Spalte 8, Zeile 31; Abbildungen 1,2,5 *	1,8,9,11	
A	WO 96 39619 A (KLA INSTR CORP) 12.Dezember 1996 * Seite 8, Zeile 27 - Seite 9, Zeile 7 * * Seite 25, Absatz 2 *	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)			
G02B G01N			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenordn.	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
100100	2. Juli 1998	von Moers, F	

Recherchenbericht erstellt am 2. Juli 1998  
 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.  
 A. Innehaltiger Recherche:  
 Nichtschriftliche Offenbarung  
 P. Zitierte Literatur